

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-63037  
(P2004-63037A)

(43) 公開日 平成16年2月26日(2004.2.26)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F 1	テーマコード (参考)
<b>G 11 B 5/738</b>	G 11 B 5/738	5 D 006
<b>G 11 B 5/64</b>	G 11 B 5/64	5 D 112
<b>G 11 B 5/65</b>	G 11 B 5/65	
<b>G 11 B 5/667</b>	G 11 B 5/667	
<b>G 11 B 5/84</b>	G 11 B 5/84	Z
		審査請求 未請求 請求項の数 8 O.L. (全 18 頁)
(21) 出願番号	特願2002-223199 (P2002-223199)	(71) 出願人 000002004 昭和電工株式会社 東京都港区芝大門1丁目13番9号
(22) 出願日	平成14年7月31日 (2002.7.31)	(71) 出願人 000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(74) 代理人 100082669 弁理士 福田 賢三
		(74) 代理人 100095337 弁理士 福田 伸一
		(74) 代理人 100061642 弁理士 福田 武通
		(72) 発明者 清水 謙治 千葉県市原市八幡海岸通5番の1 昭和電工エイチ・ディー株式会社内
		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】磁気記録媒体、その製造方法、および磁気記録再生装置

## (57) 【要約】

【課題】記録再生特性を向上させ、高密度の情報の記録再生が可能な磁気記録媒体、その製造方法、および磁気記録再生装置を提案する。

【解決手段】非磁性基板1上に、少なくとも、軟磁性下地膜2と、直上の膜の配向性を制御する配向制御膜3と、磁化容易軸が基板に対して主に垂直に配向した垂直磁気記録膜5と、保護膜6とが設けられ、前記配向制御膜3が少なくともCrとCを含む合金からなる。

【選択図】 なし

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

非磁性基板上に、少なくとも、軟磁性下地膜と、直上の膜の配向性を制御する配向制御膜と、磁化容易軸が基板に対して主に垂直に配向した垂直磁気記録膜と、保護膜とが設けられ、前記配向制御膜が少なくとも Cr と C を含む合金からなることを特徴とする磁気記録媒体。

## 【請求項 2】

請求項 1 記載の磁気記録媒体において、配向制御膜の C が 10 at % 以上 80 at % 以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

## 【請求項 3】

請求項 1 乃至 2 の何れか 1 項に記載の磁気記録媒体において、配向制御膜の C が 30 at % 以上 70 at % 以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

10

## 【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の磁気記録媒体において、配向制御膜の Cr が 3 at % 以上 80 at % 以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

## 【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 の何れか 1 項に記載の磁気記録媒体において、配向制御膜の厚さが 0.5 nm 以上 20 nm 以下であることを特徴とする磁気記録媒体。

## 【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の磁気記録媒体において、垂直磁気記録膜が少なくとも Co と Pt を含む材料からなることを特徴とする磁気記録媒体。

20

## 【請求項 7】

非磁性基板上に、少なくとも軟磁性下地膜を形成する工程と、直上の膜の配向性を制御する配向制御膜を形成する工程と、磁化容易軸が基板に対して主に垂直に配向した垂直磁気記録膜を形成する工程と、保護膜を形成する工程とを順次行うことにより、請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の磁気記録媒体を作製することを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

## 【請求項 8】

磁気記録媒体と、該磁気記録媒体に情報を記録再生する磁気ヘッドとを備えた磁気記録再生装置であって、磁気ヘッドが単磁極ヘッドであり、磁気記録媒体が、請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項に記載の磁気記録媒体であることを特徴とする磁気記録再生装置。

30

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、記録再生特性を向上させ、高密度の情報の記録再生が可能な磁気記録媒体、その製造方法、およびこの磁気記録媒体を用いた磁気記録再生装置に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

磁気記録再生装置の 1 種であるハードディスク装置 (HDD) は、現在その記録密度が年率 60 % 以上で増えており、今後もその傾向は続くと言われている。その為に高記録密度に適した磁気記録用ヘッドの開発、磁気記録媒体の開発が進められている。

40

## 【0003】

現在、市販されている磁気記録再生装置に搭載されている磁気記録媒体は、主に、磁性膜内の磁化容易軸が基板に対して水平に配向した面内磁気記録媒体である。ここで磁化容易軸とは、磁化の向き易い軸のことであり、Co 基合金の場合、Co の hcp 構造の c 軸のことである。

## 【0004】

このような面内磁気記録媒体では、高記録密度化すると記録ビットの 1 ビットあたりの磁性層の体積が小さくなりすぎ、熱揺らぎ効果により記録再生特性が悪化する可能性がある。また、高記録密度化した際に、記録ビット間の境界領域で発生する反磁界の影響により

50

媒体ノイズが増加する傾向がある。

【0005】

これに対し、磁性膜内の磁化容易軸が主に垂直に配向した、いわゆる垂直磁気記録媒体は、高記録密度化した際にも、記録ビット間の境界領域における反磁界の影響が小さく、鮮明なビット境界が形成されるため、ノイズの増加が抑えられる。しかも、高記録密度化に伴う記録ビット体積の減少が少なくてすむため、熱搖らぎ効果にも強い。そこで、近年大きな注目を集めており、垂直磁気記録に適した媒体の構造が提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

近年では、磁気記録媒体の更なる高記録密度化が要望に対して、垂直磁気記録膜に対する書きこみ能力に優れている単磁極ヘッドを用いることが検討されている。そのようなヘッドに対応するために、記録層である垂直磁気記録膜と基板との間に、裏打ち層と称される軟磁性材料からなる層を設けることにより、単磁極ヘッドと磁気記録媒体との間の磁束の出入りの効率を向上させた磁気記録媒体が提案されている。

10

【0007】

しかしながら、上記のように単に裏打ち層を設けた磁気記録媒体を用いた場合では、記録再生時の記録再生特性において満足できるものではなく、記録再生特性に優れる磁気記録媒体が要望されていた。

【0008】

一般に垂直磁気記録媒体は、基板上に裏打ち層（軟磁性下地層）を設け、磁性層の磁化容易軸を基板面に対して垂直に配向させる配向制御膜、Co合金からなる垂直磁気記録膜および保護膜の順で構成されている。この中で、磁気記録媒体の記録再生特性を改善するには、垂直磁気記録膜に対して、ノイズの低い磁性材料を使うのは勿論であるが、層構造についても以下に例示するような幾つかの改善手法が提案されている。

20

【0009】

特許第2669529号公報には、非磁性基板と六方晶系の磁性合金膜との間にTi下地膜を設け、Ti下地膜に他の元素を含有させることにより、Ti合金下地膜と六方晶系の磁性合金膜との間の格子の整合性を高め、六方晶系の磁性合金膜のc軸配向性を向上させる方法が提案されている。

しかしながら、Ti合金下地を用いると、合金磁性膜中の交換結合が大きくなり、その結果、媒体ノイズが大きくなり、更なる高記録密度化は困難である。

30

【0010】

特開平8-180360号公報には、CoとRuからなる下地膜を非磁性基板とCo合金垂直磁気記録膜との間に用いることにより、Co合金垂直磁気記録膜のc軸配向性を向上させる方法が提案されている。

しかしながら、CoとRuからなる下地膜は結晶粒径が大きくなり、その結果Co合金磁性膜中の磁性粒子径が大きくなり、媒体ノイズが大きくなり、更なる高密度化は困難である。

【0011】

特開昭63-211117号公報には、炭素含有下地膜を基板とCo合金垂直磁気記録膜との間に用いることが、提案されている。

40

しかしながら、炭素含有下地膜を用いると、炭素含有下地膜はアモルファス構造下地膜であるために、垂直磁気記録膜のc軸配向性が悪化するため、その結果、熱搖らぎ耐性が悪化し、更なる高記録密度化は困難である。

【0012】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、記録再生特性を向上させ、高密度の情報の記録再生が可能な磁気記録媒体、その製造方法、および磁気記録再生装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

50

上記の目的を達成するために、本発明は以下の構成を採用した。

1) 上記課題を解決するための第1の発明として、請求項1に示すように非磁性基板上に、少なくとも、軟磁性下地膜と、直上の膜の配向性を制御する配向制御膜と、磁化容易軸が基板に対して主に垂直に配向した垂直磁気記録膜と、保護膜とが設けられ、前記配向制御膜が少なくともCrとCを含む合金からなることを特徴とする磁気記録媒体を提案する。

請求項2に示すように前記磁気記録媒体において、配向制御膜のCが10at%以上80at%以下であることが望ましい。

請求項3に示すように前記磁気記録媒体において、配向制御膜のCが30at%以上70at%以下であることが望ましい。

請求項4に示すように前記磁気記録媒体において、配向制御膜のCrが3at%以上80at%以下であることが望ましい。

請求項5に示すように前記磁気記録媒体において、配向制御膜の厚さが0.5nm以上20nm以下であることが望ましい。

請求項6に示すように前記磁気記録媒体において、垂直磁気記録膜が少なくともCoとPtを含む材料からなることが望ましい。

#### 【0014】

2) 第2の発明として、請求項7に示すように非磁性基板上に、少なくとも軟磁性下地膜を形成する工程と、直上の膜の配向性を制御する配向制御膜を形成する工程と、磁化容易軸が基板に対して主に垂直に配向した垂直磁気記録膜を形成する工程と、保護膜を形成する工程とを順次行うことにより、請求項1乃至6の何れか1項に記載の磁気記録媒体を作製することを特徴とする磁気記録媒体の製造方法をも提案する。

#### 【0015】

3) 第3の発明として、請求項8に示すように磁気記録媒体と、該磁気記録媒体に情報を記録再生する磁気ヘッドとを備えた磁気記録再生装置であって、磁気ヘッドが単磁極ヘッドであり、磁気記録媒体が、請求項1乃至6の何れか1項に記載の磁気記録媒体であることを特徴とする磁気記録再生装置をも提案する。

#### 【0016】

#### 【発明の実施の形態】

図1は、本発明の磁気記録媒体の第1の実施形態の一例を示すものである。ここに示されている磁気記録媒体は、非磁性基板1上に、軟磁性下地膜2と、配向制御膜3と、中間膜4と、垂直磁気記録膜5と、保護膜6と、潤滑膜7とが順次形成された構成となっている。以下、非磁性基板1側から順にその構成を説明する。

#### 【0017】

##### 【非磁性基板1】

非磁性基板1としては、アルミニウム、アルミニウム合金等の金属材料からなる金属基板を用いてもよいし、ガラス、セラミック、シリコン、シリコンカーバイド、カーボンなどの非金属材料からなる非金属基板を用いてもよい。

ガラス基板としては、アモルファスガラス、結晶化ガラスがあり、アモルファスガラスとしては汎用のソーダライムガラス、アルミノシリケートガラスを使用できる。また、結晶化ガラスとしては、リチウム系結晶化ガラスを用いることができる。セラミック基板としては、汎用の酸化アルミニウム、窒化アルミニウム、窒化珪素などを主成分とする焼結体や、これらの繊維強化物などが使用可能である。

#### 【0018】

上記非磁性基板1は、平均表面粗さRaが2nm(20Å)以下、好ましくは1nm以下であることがヘッドを低浮上させた高記録密度記録に適している点から望ましい。

#### 【0019】

また、表面の微小うねり(Wa)が0.3nm以下(より好ましくは0.25[nm]以下。)であることがヘッドを低浮上させた高記録密度記録に適している点から好ましい。さらに、端面のチャンファー部の面取り部、側面部の少なくとも一方のいずれの表面平均

10

20

30

40

50

粗さ  $R_a$  が 10 nm 以下 (より好ましくは 9.5 nm 以下) のものを用いることが磁気ヘッドの飛行安定性にとって好ましい。尚、この微少うねり ( $W_a$ ) は、例えば、表面粗さ測定装置 P-12 (KLA-Tencor 社製) を用い、測定範囲 80  $\mu m$  での表面平均粗さとして測定することができる。

#### 【0020】

##### 〔軟磁性下地層 2〕

軟磁性下地層 2 は、磁気ヘッドから発生する磁束の基板に対する垂直方向成分を大きくするためと、情報が記録される垂直磁気記録膜 5 の磁化の方向をより強固に基板 1 と垂直な方向に固定するために設けられているものである。この作用は特に記録再生用の磁気ヘッドとして垂直記録用の単磁極ヘッドを用いる場合に、より顕著なものとなるので好ましい。

10

#### 【0021】

上記軟磁性下地膜 2 は、軟磁性材料からなるものであり、この材料としては、Fe、Ni、Co を含む材料を用いることができる。

具体的な材料としては、FeCo 系合金 (FeCo、FeCoV など)、FeNi 系合金 (FeNi、FeNiMo、FeNiCr、FeNiSi など)、FeAl 系合金 (FeAl、FeAlSi、FeAlSiCr、FeAlSiTiRu、FeAlO など)、FeCr 系合金 (FeCr、FeCrTi、FeCrCu など)、FeTa 系合金 (FeTa、FeTaC、FeTaN など)、FeMg 系合金 (FeMgO など)、FeZr 系合金 (FeZrN など)、FeC 系合金、FeN 系合金、FeSi 系合金、FeP 系合金、FeNb 系合金、FeHf 系合金、FeB 系合金などを挙げることができる。

20

また Fe を 60 at % 以上含有する FeAlO、FeMgO、FeTaN、FeZrN 等の微結晶構造あるいは微細な結晶粒子がマトリクス中に分散されたグラニュラー構造を有する材料を用いてもよい。

軟磁性下地膜 2 の材料としては、上記のほか、Co を 80 at % 以上含有し、Zr、Nb、Ta、Cr、Mo 等のうち少なくとも 1 種を含有する Co 合金を用いることができ、CoZr、CoZrNb、CoZrTa、CoZrCr、CoZrMo 系合金などを好適なものとして挙げることができる。

#### 【0022】

また、軟磁性下地膜 2 の保磁力  $H_c$  は、100 (Oe) 以下 (より好ましくは 20 (Oe) 以下) とすることが好ましい。

30

この保磁力  $H_c$  が上記範囲を超えると、軟磁気特性が不十分となり、再生波形がいわゆる矩形波から歪みをもった波形になるため好ましくない。

#### 【0023】

さらに、軟磁性下地膜 2 の飽和磁束密度  $B_s$  (T) と軟磁性下地膜 2 の膜厚  $t$  (nm) との積  $B_s \cdot t$  (T · nm) が 40 (T · nm) 以上 (好ましくは 60 (T · nm) 以上) であること好ましい。

この  $B_s \cdot t$  が上記範囲未満であると、再生波形が歪みをもつようになったり、OW 特性が悪化するため好ましくない。尚、層の膜厚は、例えば TEM (透過型電子顕微鏡) で観察することにより求めることができる。

40

#### 【0024】

また、軟磁性下地膜 2 の表面 (配向制御膜 3 側の面) は、軟磁性下地膜 2 を構成する材料が部分的あるいは完全に酸化されて構成されていることが好ましい。即ち、軟磁性下地膜 2 の表面 (配向制御膜 3 側の面) およびその近傍に、軟磁性下地膜 2 を構成する材料が部分的に酸化されるか、もしくは前記材料の酸化物を形成して配されていることが好ましい。これにより、軟磁性下地膜 2 の表面の磁気的な揺らぎを抑えることができるので、この磁気的な揺らぎに起因するノイズの低減して、磁気記録媒体の記録再生特性を改善することができる。また、軟磁性下地膜 2 上に形成される配向制御膜 3 の結晶粒の微細化して、記録再生特性を改善することができる。

#### 【0025】

50

上述のように軟磁性下地膜2の表面（配向制御膜3側の面）およびその近傍を、部分的あるいは完全に酸化させるには、例えば軟磁性下地膜2を形成した後、酸素を含む雰囲気に曝す方法、軟磁性下地膜2の表面に近い部分を成膜する際のプロセス中に酸素を導入する方法などによって容易に実施できる。具体的には、軟磁性下地膜2の表面を酸素に曝す場合には、酸素単体、あるいは酸素をアルゴンや窒素などのガスで希釈したガス雰囲気中に0.3～20秒程度保持しておけば良い。また、大気中に曝すようにしても良い。特に酸素をアルゴンや窒素などのガスで希釈したガスを用いる場合には、軟磁性下地膜2表面の酸化の度合いの調節が容易になるので、安定した製造を行うことができる。また、軟磁性下地膜2の成膜用のガスに酸素を導入する場合には、例えば成膜法としてスパッタ法を用いるならば、成膜時間の1部のみに酸素を導入したプロセスガスを用いてスパッタを行えば良い。このプロセスガスとしては、例えばアルゴンに酸素を体積率で0.05%～50%（より好ましくは0.1～20%）程度混合したガスが好適に用いられる。

## 【0026】

## 【配向制御膜3】

配向制御膜3は、直上に設けられた中間膜4および／または垂直磁気記録膜5の配向性や粒径を制御するものである。

本発明の磁気記録媒体において、この配向制御膜3に用いられる材料は、少なくともCrとCを含む合金である。

## 【0027】

上記配向制御膜3はCrとC以外にさらに元素を添加することもできる。添加元素としては特に限定されるものではないが、好ましくはTi、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、Wのうちから選ばれる1種または2種以上を挙げることができる。CrまたはCの何れかの元素が含まれないと記録再生特性が不十分となるため好ましくない。

## 【0028】

また、配向制御膜3は、Cが10at%以上80at%以下（より好ましくは30at%以上70at%以下）であることが好ましい。Coが上記範囲であるとき、記録再生特性は特に優れている。

さらに、配向制御膜3は、Crが3at%以上70at%以下（より好ましくは5at%以上50at%以下）であることが好ましい。Crが上記範囲であるとき、記録再生特性は特に優れている。

## 【0029】

さらに、配向制御膜3は、その厚さを0.5nm以上20nm（より好ましくは1～12nm）とすることが好ましい。即ち配向制御膜3の厚さが上記範囲であるとき、垂直磁気記録膜5の垂直配向性が特に高くなり、かつ記録時における磁気ヘッドと軟磁性下地膜2との距離を小さくすることができるので、再生信号の分解能を低下させることなく記録再生特性を高めることができるからである。この厚さが上記範囲未満であると、垂直磁気記録膜5における垂直配向性が低下し、記録再生特性および熱搖らぎ耐性が劣化する。また、この厚さが上記範囲を超えると、垂直磁気記録膜5の垂直配向性が低下し、記録再生特性および熱搖らぎ耐性が劣化する。また記録時における磁気ヘッドと軟磁性下地膜2との距離が大きくなるため、再生信号の分解能や再生出力の低下するため好ましくない。

## 【0030】

この配向制御膜3は、アモルファス構造または微細結晶構造であることが好ましい。即ちアモルファス構造または微細結晶構造とすることで、直上に設けられた中間膜4および／または垂直磁気記録膜5の配向性を良くし、粒径を微細化することができるためである。結晶構造については、例えば、X線回折法や透過型電子顕微鏡（TEM）にて確認することができる。

## 【0031】

また、配向制御膜3の表面形状は、垂直磁気記録膜5、保護膜6の表面形状に影響を与えるため、磁気記録媒体の表面凹凸を小さくして、記録再生時における磁気ヘッド浮上高さを低くするには、配向制御膜3の表面平均粗さRaを2nm以下とすることが好ましい。

この表面平均粗さ  $R_a$  を  $2 \text{ nm}$  以下とすることによって、磁気記録媒体の表面凹凸を小さくし、記録再生時における磁気ヘッド浮上高さを十分に低くし、記録密度を高めることができる。

【0032】

さらに、配向制御膜3は、成膜用のガスとして、その上に設けられる垂直磁気記録膜を微細化する目的で、酸素や窒素を含んだプロセスガスを用いて成膜したものが好ましい。例えば成膜法としてスパッタ法を用いて成膜する場合には、プロセスガスとして、アルゴンに酸素を体積率で  $0.05 \sim 50\%$  (より好ましくは  $0.1 \sim 20\%$ ) 程度混合したガス、アルゴンに窒素を体積率で  $0.01 \sim 20\%$  (より好ましくは  $0.02 \sim 10\%$ ) 程度混合したガスを用いて成膜したものが好ましい。

10

【0033】

〔中間膜4〕

図示実施例のように配向制御膜3と垂直磁気記録膜5との間には、中間膜4が設けるようにしても良い。

この中間膜4としては、h c p 構造を有する材料を用いることが好ましく、特に CoCr 合金や CoCrY1 合金や CoY1 合金 (Y1 : Pt, Ta, Zr, Ru, Nb, Cu, Re, Ni, Mn, Ge, Si, O, N および B のうち 1 種または 2 種以上) を用いることが好適である。

20

また、中間膜4のCoの含有量は、 $30 \sim 70 \text{ at\%}$  であることが好ましい。さらに、中間膜4の厚さは、垂直磁気記録膜5における磁性粒子の粗大化による記録再生特性の悪化や、磁気ヘッドと軟磁性下地膜2との距離が大きくなることによる記録分解能の低下を起こさないようにするために、 $30 \text{ nm}$  以下 (より好ましくは  $20 \text{ nm}$  以下) とすることが好ましい。

このような中間膜4を設けることによって、垂直磁気記録膜5の垂直配向性を高めることができるので、垂直磁気記録膜5の保磁力を高め、記録再生特性および熱搖らぎ耐性をさらに向上させることができる。

【0034】

〔垂直磁気記録膜5〕

垂直磁気記録膜5は、その磁化容易軸が基板に対して主に垂直方向に向いたものであり、少なくとも Co、Pt を含んだ材料からなることが好ましい。

30

なかでも特に、少なくとも Co、Cr、Pt を含んだ材料からなり、Cr の含有量が  $14 \text{ at\%}$  以上  $24 \text{ at\%}$  以下 (より好ましくは  $16 \text{ at\%}$  以上  $22 \text{ at\%}$  以下)、Pt の含有量が  $14 \text{ at\%}$  以上  $24 \text{ at\%}$  以下 (より好ましくは  $15 \text{ at\%}$  以上  $20 \text{ at\%}$  以下) であることが好ましい。尚、主に垂直方向に向いたものとは垂直方向の保磁力  $H_c(P)$  と面内方向の保磁力  $H_c(L)$  が  $H_c(P) > H_c(L)$  である垂直磁気記録膜のことである。

さらに、Bを  $0.1$  以上  $5 \text{ at\%}$  以下添加することが好ましい。これにより、磁性粒子間の交換結合を低減することができ、記録再生特性を改善することが可能となる。

また、Crの含有量が  $14 \text{ at\%}$  未満であると、磁性粒子間の交換結合が大きくなり、その結果磁気クラスター径が大きくなり、ノイズが増大するため好ましくない。このCrの含有量が  $24 \text{ at\%}$  を超えると、保磁力および残留磁化 (Mr) と飽和磁化 (Ms) の比  $Mr/Ms$  が低下するため好ましくない。

40

さらに、Ptの含有量が  $14 \text{ at\%}$  未満であると、記録再生特性の改善効果が不十分であるとともに、残留磁化 (Mr) と飽和磁化 (Ms) の比  $Mr/Ms$  が低下し熱搖らぎ耐性が悪化するため好ましくない。このPtの含有量が  $24 \text{ at\%}$  を超えると、ノイズが増大するため好ましくない。

【0035】

上記垂直磁気記録膜5が CoCrPt 系合金からなる場合においては、B以外にも任意の元素を添加することも可能である。特に限定されるものではないが、V、Ta、Mo、Nb、Hf、Cu、Ru、Nd、Zr、W、Nd、Si、Oなどを挙げることができる。

50

## 【0036】

また、垂直磁気記録膜5は、CoPt系材料からなる1層構造とすることもできるし、組成の異なる材料からなる2層以上の構造とすることもできる。

2層以上の構造とする場合、Co系合金(CoCr、CoB、Co-SiO<sub>2</sub>等)とPd系合金(PdB、Pd-SiO<sub>2</sub>等)の積層材料やCoTbやCoNd等のアモルファス材料とCoCrPt系材料の複層構造とすることもできる。あるいは、CoPt系材料を第1垂直磁気記録膜として設け、組成の異なるCoPt系材料を第2垂直磁気記録膜とすることができる。また、CoPt系材料を第1垂直磁気記録膜として設け、CoNdを第2垂直磁気記録膜として設けることができる。

## 【0037】

さらに、垂直磁気記録膜5の厚さは、7～60nm(より好ましくは10～40nm)とすることが好ましい。この垂直磁気記録膜5の厚さが7nm以上あると、十分な磁束が得られ、再生時における出力が低くならず、出力波形がノイズ成分にうずもれてしまうことがないので、より高記録密度に適した磁気記録再生装置として動作するので好ましい。また、垂直磁気記録膜5の厚さが60nm以下あると、垂直磁気記録膜5内の磁性粒子の粗大化を抑えることができ、ノイズの増大といった記録再生特性の劣化が生じるおそれがないため好ましい。

## 【0038】

また、垂直磁気記録膜5の保磁力は、3000(Oe)以上とすることが好ましい。この保磁力が3000(Oe)未満であると、高記録密度における必要な分解能が得られず、また熱搖らぎ耐性が劣るため好ましくない。

## 【0039】

加えて、垂直磁気記録膜5の残留磁化(M<sub>r</sub>)と飽和磁化(M<sub>s</sub>)の比M<sub>r</sub>/M<sub>s</sub>が0.9以上あることが好ましい。この比M<sub>r</sub>/M<sub>s</sub>が0.9未満の磁気記録媒体は、熱搖らぎ耐性に劣るため好ましくない。

## 【0040】

また、垂直磁気記録膜5の逆磁区核形成磁界(-H<sub>n</sub>)は、0以上2500以下であることが好ましい。

この逆磁区核形成磁界(-H<sub>n</sub>)が、0未満の磁気記録媒体は、熱搖らぎ耐性に劣るため好ましくない。また、逆磁区核形成磁界(-H<sub>n</sub>)の上限は、2500(Oe)とされている。それ以上の逆磁区核形成磁界(-H<sub>n</sub>)を得ようとすると、磁性粒子の磁気的な分離が不充分となり、活性化磁気モーメント(vIsb)が増大し、結果として記録再生時におけるノイズが増加するといったことがことおきやすくなるため好ましくない。

## 【0041】

さらに、垂直磁気記録膜5は、結晶粒子の平均粒径が5～15nmであることが好ましい。この平均粒径は、例えば垂直磁気記録膜5の結晶粒子をTEM(透過型電子顕微鏡)で観察し、観察像を画像処理することにより求めることができる。

## 【0042】

また、垂直磁気記録膜5のΔH<sub>c</sub>/H<sub>c</sub>は0.3以下であることが好ましい。このΔH<sub>c</sub>/H<sub>c</sub>が0.3以下であると、磁性粒子の粒径のばらつきが小さくなるので、垂直磁気記録膜の垂直方向への保磁力がより均一となるので、記録再生特性および熱搖らぎ耐性が悪化することを抑えることができるので好ましい。

## 【0043】

## [保護膜6]

保護膜6は、垂直磁気記録膜5の腐食を防ぐとともに、磁気ヘッドが媒体に接触したときに媒体表面の損傷を防ぐためのもので、従来公知の材料を使用でき、例えばC、SiO<sub>2</sub>、ZrO<sub>2</sub>を含むものが使用可能である。

この保護層6の厚さは、1～10nmとすると、ヘッドと垂直磁気記録膜5の距離を小さくできるので高記録密度の点から望ましい。

## 【0044】

## 〔潤滑膜7〕

潤滑膜7には従来公知の材料、例えばパーフルオロポリエーテル、フッ素化アルコール、フッ素化カルボン酸などを用いることが好ましい。

## 【0045】

このような構成を有する各層からなる本発明の第1の発明である磁気記録媒体にあっては、配向制御膜が少なくともCrとCを含む合金からなり、より高記録密度で使用した時に記録再生特性が向上（例えば、ノイズの低減）しているので、高密度の情報の記録再生が可能な磁気記録媒体となる。

## 【0046】

図2は、本発明の磁気記録媒体の第2の実施形態の一例を示すものであって、非磁性基板1と軟磁性下地膜2との間に、磁気異方性が主に面内方向を向いた永久磁石膜8を設けたものである。

## 【0047】

永久磁石膜8としては、CoSm合金や、CoCrPtY2合金（Y2:Pt、Ta、Zr、Nb、Cu、Re、Ni、Mn、Ge、Si、O、NおよびBのうち1種または2種以上）を用いることが好適である。

また、永久磁石膜8は、保磁力Hcが500(Oe)以上（より好ましくは1000(Oe)以上）であることが好ましい。

さらに、永久磁石膜8の厚さは、150nm以下（より好ましくは70nm以下）であることが好ましい。

この厚さが150nmを超えると、配向制御膜3の表面平均粗さRaが大きくなるため好ましくない。

また、永久磁石膜8は、軟磁性下地膜2と交換結合しており、磁化方向が基板半径方向に向けられた構成とすることが好ましい。

## 【0048】

このような永久磁石膜8を設けることにより、より効果的に軟磁性下地膜2での巨大な磁区の形成を抑えることができるので、磁壁によるスパイクノイズの発生を防止して、記録再生時のエラーレートを十分に低くすることができる。

また、永久磁石膜8の配向を制御するために、非磁性基板1と永久磁石膜8との間にCr合金材料やB2構造材料を用いてもよい。

## 【0049】

## 〔製造方法〕

次に、第1（および第2）の実施形態の磁気記録媒体の製造方法の一例を説明する。まず、非磁性基板1上にスパッタ法などにより、軟磁性下地膜2を形成し、その後、必要に応じてこの軟磁性下地膜2の表面およびその近傍を、部分的あるいは完全に酸化させる。次いで配向制御膜3、中間膜4、垂直磁気記録膜5をスパッタ法などにより形成する。続いて保護膜6をCVD法、イオンビーム法、スパッタ法などにより形成する。その後、ディッピング法、スピンドル法などにより潤滑膜7を形成する。

なお、第2の実施形態の磁気記録媒体の製造に際しては、非磁性基板1と軟磁性下地膜2との間に永久磁石膜8を形成する工程を含ませるようすれば良い。

以下、工程ごとに説明する。

## 【0050】

## 〔軟磁性下地膜の形成工程〕

必要に応じて非磁性基板1を洗浄し、この非磁性基板1を成膜装置のチャンバ内に設置する。また、必要に応じて非磁性基板1は、例えばヒータにより100～400℃に加熱される。そして、この非磁性基板1上に、軟磁性下地層2と、配向制御膜3と、中間層4と、垂直磁気記録膜5を、各層の材料と同じ組成の材料を原料とするスパッタターゲットを用いてDC或いはRFマグネットロンスパッタ法により形成する。膜を形成するためのスパッタの条件は例えば次のように設定する。形成に用いるチャンバ内は、真空中度が $10^{-5}$

10

20

30

40

50

～ $10^{-7}$  Paとなるまで排気する。チャンバ内に非磁性基板1を収容して、スパッタガスとして、たとえばArガスを導入して放電させてスパッタ成膜をおこなう。このとき、供給するパワーは0.2～5 kWとし、放電時間と供給するパワーを調節することによって、所望の膜厚を得ることができ、具体的には、50～400 nmの膜厚で形成することが好ましい。

【0051】

軟磁性下地層2を形成する際には、既に例示した各種軟磁性材料からなるスパッタターゲット（溶解による合金ターゲットまたは焼結合金ターゲット）を用いるのが軟磁性下地層を容易に形成できるので好ましい。

【0052】

軟磁性下地層2を形成した後には、既に説明したようにその表面（配向制御膜3側の面）を部分的あるいは完全に酸化させる工程、例えば軟磁性下地層2を形成した後、酸素を含む雰囲気に曝す方法や、軟磁性下地層2の表面に近い部分を成膜する際のプロセス中に酸素を導入する方法を実施することが好ましい。

【0053】

〔配向制御膜の形成工程〕

軟磁性下地層2を形成後、配向制御膜3を、放電時間と供給するパワーを調節することによって配向制御膜3を1～20 nm（より好ましくは1～10 nm）の膜厚で形成する。

【0054】

配向制御膜3を形成する際には、既に例示した各種配向制御膜3の材料からなるスパッタターゲットを用いることが配向制御膜3を容易に形成できるので好ましい。配向制御膜3の形成に用いるスパッタ用ターゲットの材料は、少なくともCrとCを含む合金である。

【0055】

また、配向制御膜3の成膜用のガスに、既に説明したようにその上に設けられる垂直磁気記録膜を微細化する目的で、酸素や窒素を導入してもよい。

【0056】

〔垂直磁気記録膜の形成工程〕

配向制御膜を形成した後、垂直磁気記録膜5を成膜する。

垂直磁気記録膜5を形成する際には、既に例示した各種垂直磁気記録膜5の材料からなるスパッタターゲットを用いることが垂直磁気記録膜5を容易に形成できるので好ましい。即ちスパッタターゲットの材料は、Crの含有量が14 at %以上24 at %以下、Ptの含有量が14 at %以上24 at %以下であるCoCrPtを主成分とする組成の材料が好ましい。

【0057】

〔中間層の形成工程〕

また、既に説明したように下地層の配向制御膜3と垂直磁気記録層5との間に中間層4を設け、垂直磁気記録膜5の垂直配向性を高め、垂直磁気記録膜5の保磁力を高め、記録再生特性および熱搖らぎ耐性の更なる向上を図るようにしても良い。

【0058】

〔保護膜の形成工程〕

垂直磁気記録膜5を形成した後、公知の方法、例えばスパッタ法、プラズマCVD法またはそれらの組み合わせを用いて保護膜6、たとえばカーボンを主成分とする保護膜6を形成する。

【0059】

〔潤滑膜の形成工程〕

さらに、保護膜6上には必要に応じて例えばパーフルオロポリエーテルなどのフッ素系潤滑剤をディップ法、スピノコート法などを用いて塗布し潤滑層7を形成する。

【0060】

これらの各工程からなる本発明の第2の発明である磁気記録媒体の製造方法にあっては、スパッタ法などを用いて実施でき、製造した磁気記録媒体は、配向制御膜が少なくともC

$r$  と  $C$  を含む合金からなる磁気記録媒体であるので、より高記録密度で使用した時に記録再生特性が向上（例えば、ノイズの低減）しているので、高密度の情報の記録再生が可能な磁気記録媒体となる。

【0061】

図3は、本発明の第1の発明であって且つ第2の発明にて製造される磁気記録媒体を用いた磁気記録再生装置の例を示すものであり、本発明の第3の発明の一例である。ここに示す磁気記録再生装置は、磁気記録媒体9と、磁気記録媒体9を回転駆動させる媒体駆動部10と、磁気記録媒体9に情報を記録再生する磁気ヘッド11と、ヘッド駆動部12と、記録再生信号処理系13とを備えている。記録再生信号処理系13は、入力されたデータを処理して記録信号を磁気ヘッド11に送ったり、磁気ヘッド11からの再生信号を処理してデータを出力することができるようになっている。

磁気ヘッド11としては、垂直記録用の単磁極ヘッドを例示することができ、この単磁極ヘッドとしては、図3（b）に示すように、主磁極11aと、補助磁極11bと、これら連結部11cに設けられたコイル11dとを有する構成のものを好適に用いることができる。

る。

【0062】

この磁気記録再生装置は、前記構成の磁気記録媒体9を用いているので、熱搖らぎ耐性および記録再生特性を高めることができ、熱搖らぎによるデータ消失などのトラブルを未然に防ぐとともに、高記録密度化を図ることができる。

【0063】

【実施例】

以下、実施例を示して本発明の作用効果を明確にする。ただし、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0064】

（実施例1）

洗浄済みのガラス基板（オハラ社製、外直径2.5インチ）をDCマグネットロンスパッタ装置（アネルバ社製C-3010）の成膜チャンバ内に収容して、到達真空度 $1 \times 10^{-5}$ Paとなるまで成膜チャンバ内を排気した後、このガラス基板上に89Cr-4Zr-7Nb（Co含有量89at%、Zr含有量4at%、Nb含有量7at%）のターゲットを用いて160nmの軟磁性下地膜をスパッタ法により成膜した。この膜の飽和磁束密度Bs（T）と膜厚t（nm）の積Bs·t（T·nm）が200（T·nm）であることを振動式磁気特性測定装置（VSM）で確認した。

次いで、基板を240°Cに加熱して、上記軟磁性下地膜上に30Cr-50C-20Wターゲットを用いて5nmの配向制御膜を形成した。続いて65Co-30Cr-5B（Co含有量65at%、Cr含有量30at%、B含有量5at%）ターゲットを用いて10nmの中間膜、64Co-17Cr-17Pt-2B（Co含有量64at%、Cr含有量17at%、Pt含有量17at%、B含有量2at%）ターゲットを用いて20nmの垂直磁気記録膜を順次形成した。なお、上記スパッタリング工程においては、成膜用のプロセスガスとしてアルゴンを用い、圧力0.6Paにて成膜した。

その後、CVD法により5nmの保護膜を形成した。

そして、ディッピング法によりパーフルオロポリエーテルからなる潤滑膜を形成し、磁気記録媒体を得た。この内容を表1に示す。

【0065】

（比較例1～3）

配向制御膜を、60Ru-40Co、Ti、Cターゲットを用いて成膜した以外は、実施例1に準じて磁気記録媒体を作製した。この内容を表1に示す。

【0066】

これら実施例1および比較例1～3の磁気記録媒体について、記録再生特性を評価した。記録再生特性の評価は、米国GUTHI社製リードライトアナライザRWA1632、お

10

20

30

40

50

およびスピンドル S 1701MP を用いて測定した。

記録再生特性の評価には、書き込みをシングルポール磁極、再生部に G M R 素子を用いたヘッドを用いて、記録周波数条件を線記録密度 600 k F C I として測定した。この試験結果を表 1 に示す。

【0067】

【表 1】

	軟磁性下地膜 組成 $B_s \times t$ (T · nm)	配向制御膜 組成 (at%)	中間膜 組成 (at%)	垂直磁気記録膜 組成 (at%)	記録再生特性 エラーレート ( $10^{-4}$ )	$H_c$ (Oe)	$Mr/Ms$ (Oe)	$-H_n$ (Oe)
実施例 1	CoZrNb 200	30Cr-50C-20W	5	65Co-30Cr-5B	10	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-5.6
比較例 1	CoZrNb 200	60Ru-40Co	15	65Co-30Cr-5B	10	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-4.1
比較例 2	CoZrNb 200	Ti	20	65Co-30Cr-5B	10	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-2.1
比較例 3	CoZrNb 200	C	5	65Co-30Cr-5B	10	64Co-17Cr-17Pt-2B	20	-3.2

10

20

30

40

50

## 【0068】

表1より明らかのように、配向制御膜が30Cr-50C-20Wからなる合金である実施例1の磁気記録媒体は、比較例1～3に比べて優れた記録再生特性を示した。

## 【0069】

(実施例2～13)

配向制御膜の組成を表2に示すとおりとした以外は、実施例1に準じて実施例2～13の磁気記録媒体を作製した。尚、比較のため、中間膜および垂直磁気記録膜の組成および厚さは同じとした。

## 【0070】

これらの実施例2～13の磁気記録媒体について、記録再生特性を評価した。試験結果を表2に示す。

## 【0071】

【表2】

軟磁性下地膜 組成 $B_{sX}$ (T·nm)	配向制御膜 組成 (at%)	中間膜 組成 (at%)	垂直磁気記録膜 組成 (at%)	記録再生特性 イレーテ (10 <sup>4</sup> )
厚さ (nm)				
実施例 1 CoZrNb 200	35Cr-45C-20W	5	65Co-30Cr-5B	10 64Co-17Cr-17Pt-2B 20 -5. 6
実施例 2 CoZrNb 200	25Cr-75C	5	65Co-30Cr-5B	10 64Co-17Cr-17Pt-2B 20 -5. 1
実施例 3 CoZrNb 200	35Cr-65C	5	65Co-30Cr-5B	10 64Co-17Cr-17Pt-2B 20 -5. 3
実施例 4 CoZrNb 200	65Cr-35C	5	65Co-30Cr-5B	10 64Co-17Cr-17Pt-2B 20 -5. 4
実施例 5 CoZrNb 200	75Cr-15C-10W	5	65Co-30Cr-5B	10 64Co-17Cr-17Pt-2B 20 -5. 2
実施例 6 CoZrNb 200	35Cr-45C-20Ti	5	65Co-30Cr-5B	10 64Co-17Cr-17Pt-2B 20 -5. 5
実施例 7 CoZrNb 200	35Cr-45C-20Zr	5	65Co-30Cr-5B	10 64Co-17Cr-17Pt-2B 20 -5. 7
実施例 8 CoZrNb 200	35Cr-45C-20Hf	5	65Co-30Cr-5B	10 64Co-17Cr-17Pt-2B 20 -5. 3
実施例 9 CoZrNb 200	35Cr-45C-20V	5	65Co-30Cr-5B	10 64Co-17Cr-17Pt-2B 20 -5. 6
実施例 10 CoZrNb 200	35Cr-45C-20Nb	5	65Co-30Cr-5B	10 64Co-17Cr-17Pt-2B 20 -5. 6
実施例 11 CoZrNb 200	35Cr-45C-20Ta	5	65Co-30Cr-5B	10 64Co-17Cr-17Pt-2B 20 -5. 6
実施例 12 CoZrNb 200	35Cr-45C-20Mo	5	65Co-30Cr-5B	10 64Co-17Cr-17Pt-2B 20 -5. 8
実施例 13 CoZrNb 200	5Cr-65Co-30W	5	65Co-30Cr-5B	10 64Co-17Cr-17Pt-2B 20 -5. 1

## 【0072】

表2より明らかなように、配向制御膜の組成がCr-C-Xである実施例2～13の磁気記録媒体は優れた記録再生特性を示した。

## 【0073】

(実施例14～18)

配向制御膜の膜厚を表3に示すとおりとした以外は、実施例1に準じて磁気記録媒体を作製した。尚、比較のため、配向制御膜の組成は同じとした。また、軟磁性下地膜、中間膜および垂直磁気記録膜の組成並びに厚さは同じとした。

## 【0074】

これらの実施例の磁気記録媒体について、記録再生特性を評価した。試験結果を表3に示す。

【0075】

【表3】

	軟磁性下地膜 $B_{s \times 1}$ 組成 (T·nm)	配向制御膜 組成 (at%)	中間膜 組成 (at%)	垂直磁気記録膜 組成 (at%)	記録再生特性 $E_{r-v-1}$ (10 <sup>-4</sup> )
実施例 1	CoZrNb 200	35Cr-45Co-20W 5	65Co-30Cr-5B 10	64Co-17Cr-17Pt-2B 20	-5. 6
実施例 14	CoZrNb 200	35Cr-45Co-20W 0. 6	65Co-30Cr-5B 10	64Co-17Cr-17Pt-2B 20	-5. 2
実施例 15	CoZrNb 200	35Cr-45Co-20W 1. 5	65Co-30Cr-5B 10	64Co-17Cr-17Pt-2B 20	-5. 4
実施例 16	CoZrNb 200	35Cr-45Co-20W 11	65Co-30Cr-5B 10	64Co-17Cr-17Pt-2B 20	-5. 3
実施例 17	CoZrNb 200	35Cr-45Co-20W 18	65Co-30Cr-5B 10	64Co-17Cr-17Pt-2B 20	-5. 2
実施例 18	CoZrNb 200	35Cr-45Co-20W 30	65Co-30Cr-5B 10	64Co-17Cr-17Pt-2B 20	-4. 9

【0076】

表3より明らかなように、配向制御膜の膜厚が0.5nm以上20nm以下（特に1nm以上12nm以下の実施例15, 16）の実施例14～17は優れた記録再生特性を示した。

【0077】

10

20

30

40

50

**【発明の効果】**

以上説明したように、本発明の磁気記録媒体にあっては、非磁性基板上に、少なくとも軟磁性下地膜と直上の膜の配向性を制御する配向制御膜と、磁化容易軸が基板に対して主に垂直に配向した垂直磁気記録膜と、保護膜が設けられ、前記配向制御膜が少なくともCrとCを含む合金からなるので、記録再生特性を向上させることができる。

**【図面の簡単な説明】**

【図1】本発明の磁気記録媒体の第1の実施形態の一例を示す1部断面図である。

【図2】本発明の磁気記録媒体の第2の実施形態の一例を示す1部断面図である。

【図3】本発明の磁気記録再生装置の1例を示す概略図であり、(a)は全体構成を示し、(b)は磁気ヘッドを示す。

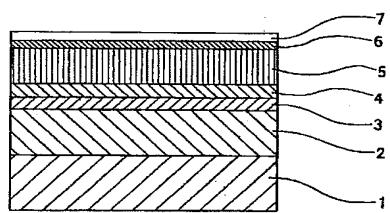
10

**【符号の説明】**

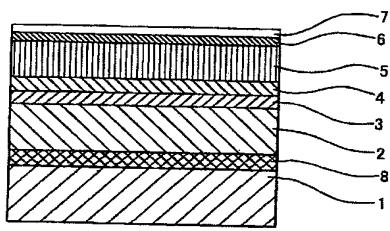
- 1 非磁性基板
- 2 軟磁性下地膜
- 3 配向制御膜
- 4 中間膜
- 5 垂直磁気記録膜
- 6 保護膜
- 7 潤滑膜
- 8 永久磁石膜
- 9 磁気記録媒体
- 10 媒体駆動部
- 11 磁気ヘッド
- 11 a 主磁極
- 11 b 補助磁極
- 11 c 連結部
- 11 d コイル
- 12 ヘッド駆動部
- 13 記録再生信号処理系

20

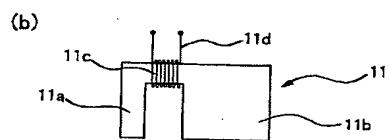
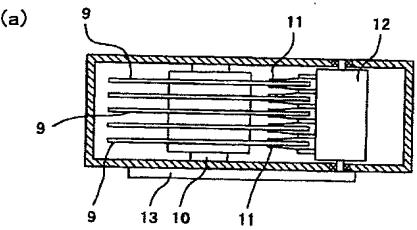
【図 1】



【図 2】



【図 3】



---

フロントページの続き

(72)発明者 坂脇 彰  
千葉県市原市八幡海岸通5番の1 昭和电工エイチ・ディー株式会社内  
(72)発明者 酒井 浩志  
千葉県市原市八幡海岸通5番の1 昭和电工エイチ・ディー株式会社内  
(72)発明者 彦坂 和志  
東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会社東芝青梅工場内  
(72)発明者 中村 太  
東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会社東芝青梅工場内  
F ターム(参考) 5D006 BB01 BB08 CA01 CA03 CA05 DA03 DA08 EA03 FA09  
5D112 AA03 AA04 AA05 AA24 BB05 BD04 FA04